

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194237

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

(21)Application number : 09-361105

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 26.12.1997

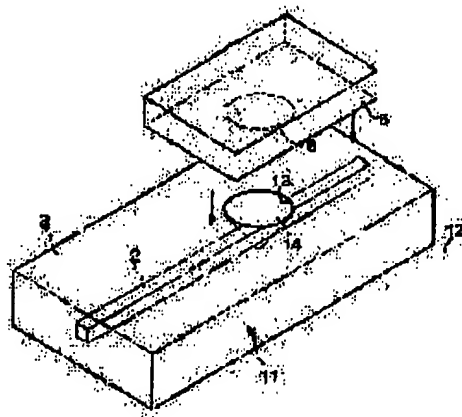
(72)Inventor : FUNAHASHI MASAOKI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS MANUFACTURE, AND COUPLING STRUCTURE BETWEEN OPTICAL WAVEGUIDE AND PHOTODETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the optical waveguide which can be made small-sized and has superior productivity.

SOLUTION: The optical waveguide 11 is equipped with a core part 2 and a clad part 3 provided surrounding the core part 2; and a hole 13 whose internal surface slants to the core part 2 is formed crossing part or the whole of the core part 2 and a material 14 which has a higher refractive index than the core part 2 is filled in the hole 13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.08.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194237

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int. Cl.⁴
G 0 2 B 6/42

識別記号

F I
C 0 2 B 6/42

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-381105

(22) 出願日 平成9年(1997) 12月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 舟橋 正昭

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

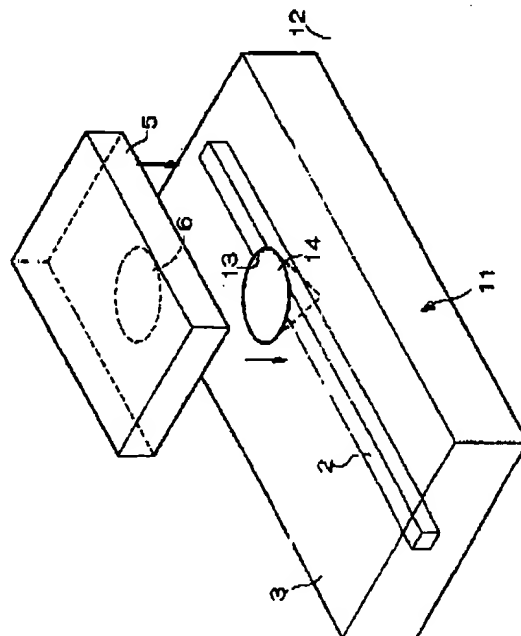
(74) 代理人 弁理士 高橋 耐男 (外4名)

(54) 【発明の名称】 光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の結合構造

(57) 【要約】

【課題】 小型化することができ、しかも生産性に優れた光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の結合構造を提供する。

【解決手段】 コア部2と、コア部2を取り囲むように設けられたクラッド部3とを備えた光導波路11において、光導波路11のコア部2に平行な一主面に、内面がコア部2に対して傾斜した穴13をコア部2の一部または全部を横断するように形成し、穴13に、コア部2より高い屈折率を有する材料14を充填したことを特徴とする。



(2)

特開平11-194237

【特許請求の範囲】

【請求項1】 コア部と、該コア部を取り囲むように設けられたクラッド部とを備えた光導波路において、該光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴が該コア部の一部または全部を横断するように形成され、前記穴には、前記コア部より高い屈折率を有する材料が充填されていることを特徴とする光導波路。

【請求項2】 前記穴は、円錐状、角錐状、楔状のいずれか1種であることを特徴とする請求項1記載の光導波路。

【請求項3】 前記材料は、樹脂であることを特徴とする請求項1記載の光導波路。

【請求項4】 前記樹脂は、紫外線硬化型樹脂であることを特徴とする請求項3記載の光導波路。

【請求項5】 コア部と、該コア部を取り囲むように設けられたクラッド部とを備えた光導波路の製造方法において、

前記光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成する工程と、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填する工程とを有することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項6】 請求項1、2、3または4記載の光導波路の穴に、受光素子の受光面を対向配置し、該受光素子を前記光導波路に固定してなることを特徴とする光導波路と受光素子の接合構造。

【請求項7】 前記光導波路及び前記受光素子それぞれに位置合わせ用の印を形成し、前記光導波路の印と前記受光素子の印とを合わせることで、前記光導波路と前記受光素子の位置合わせを行なうことを特徴とする請求項6記載の光導波路と受光素子の接合構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信技術に用いて好適な光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の接合構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、光導波路と受光素子の接合構造としては、例えば、図3に示す接合構造が一般的である。この構造は、シリコン基板等からなるベース1上に、屈折率の高い断面正方形あるいは長方形の長尺のコア2を屈折率の低いクラッド3で取り囲んだ構造の石英系の光導波路4を形成し、前記コア2の一端面2aとフォトダイオード(PD:受光素子)5の受光面6を対向配置し、前記コア2の一端面2aの中心とフォトダイオード5の受光面6の中心が略一致するように位置決めした後、該フォトダイオード5を前記ベース1上に固定したものである。

【0003】 この構造では、前記コア2の一端面2aの

中心とフォトダイオード5の受光面6の中心が略一致するように位置決めをする必要があるために、光導波路4とフォトダイオード5をベース1上に固定する際に、予め前記ベース1上に光導波路4及びフォトダイオード5それぞれの位置を示すマーカ(印)を形成しておき、各マーカに合わせて光導波路4とフォトダイオード5を固定する方法が用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した従来の光導波路と受光素子の接合構造においては、光導波路4とフォトダイオード5とを、シリコン基板等からなるベース1上に固定する必要があるために、ベース1という余分な部材が必要になり、小型化し難いという問題点があった。また、ベース1を用いているために、その分コストダウンを図ることが難しいという問題点があった。

【0005】 また、この構造では、ベース1上に光導波路4及びフォトダイオード5それぞれの位置を示すマーカを形成し、各マーカに合わせて光導波路4とフォトダイオード5を固定する方法が用いられているが、この場合、ベース1上に形成したそれぞれのマーカの位置のバラツキが大きく、また、これらのマーカに光導波路4とフォトダイオード5を固定する際の位置決めにおけるバラツキも大きい。したがって、光導波路4のコア2とフォトダイオード5の受光面6の相対的な位置ずれが更に拡大されることとなり、この位置ずれに起因する製品不良が生じ、製品の歩留まりを低下させる要因になるという問題点があった。

【0006】 本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、小型化することができ、しかも生産性に優れた光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の接合構造を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は次の様な光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の接合構造を提供する。すなわち、請求項1記載の光導波路は、コア部と、該コア部を取り囲むように設けられたクラッド部とを備えた光導波路において、該光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成し、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填したものである。

【0008】 請求項2記載の光導波路は、請求項1記載の光導波路において、前記穴を、円錐状、角錐状、楔状のいずれか1種としたものである。

【0009】 請求項3記載の光導波路は、請求項1記載の光導波路において、前記材料を樹脂としたものである。

【0010】 請求項4記載の光導波路は、請求項3記載の光導波路において、前記樹脂を紫外線硬化型樹脂とし

(3)

特開平11-194237

たものである。

【0011】請求項5記載の光導波路の製造方法は、コア部と、該コア部を取り囲むように設けられたクラッド部とを備えた光導波路の製造方法において、前記光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成する工程と、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填する工程とを有する方法である。

【0012】請求項6記載の光導波路と受光素子の接合構造は、請求項1、2、3または4記載の光導波路の穴に、受光素子の受光面を対向配置し、該受光素子を前記光導波路に固定したものである。

【0013】請求項7記載の光導波路と受光素子の接合構造は、請求項6記載の光導波路と受光素子の接合構造において、前記光導波路及び前記受光素子それぞれに位置合わせ用の印を形成し、前記光導波路の印と前記受光素子の印とを合わせることで、前記光導波路と前記受光素子の位置合わせを行なうものである。

【0014】本発明の光導波路では、該光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成し、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填している。ここで、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料が充填されていない場合、前記コア部の屈折率は、空気屈折率(約1.00)よりも大きく、前記コア部を伝搬する光は、該コア部と前記穴との界面で一部が反射し、それ以外の光はスネルの法則に従い前記穴の頂点の方向に屈折して進む。したがって、この光は前記穴から外方へ出射し難くなる。

【0015】一方、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填した場合、前記コア部を伝搬する光は、該コア部と前記穴との界面で反射すること無く該穴内に進入し、前記穴の頂点と反対の方向に屈折して進む。この光は、その後前記穴の内面で反射し、該穴の外方に向かって出射する。これにより、前記コア部を伝搬する光を、該コア部に対し略垂直方向に立ち上げることが可能になる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の光導波路とその製造方法及び光導波路と受光素子の接合構造の一実施形態について図面に基づき説明する。図1は本発明の一実施形態の光導波路と受光素子の接合構造を示す分解斜視図、図2は同光導波路の要部断面図である。この光導波路11は、コア2とクラッド3が石英系ガラスにより構成され、この石英系ガラスは基板12上にCVD法等により成膜されたものである。

【0017】コア2とクラッド3の比屈折率差、及びコア2の幅と高さは、1.3 μ m以上の波長領域で単一モード動作するように調整されている。例えば、コア2の

断面は、高さが6 μ m、幅が6 μ mの正方形で、コア2とクラッド3の比屈折率差は0.3%である。また、前記基板12としては、シリコン基板が好適であるが、石英板やセラミック基板等も用いられる。

【0018】光導波路11の上面(コア2に平行な一主面)には、円錐状の穴13がコア2の全部を横断するように形成されており、該穴13には、コア2より高い屈折率を有する樹脂14が充填されている。この樹脂14は、1.3 μ m及び1.55 μ mの波長帯域で透明である必要があり、接着剤あるいはボッティング剤、特に、屈折率が1.5の紫外線硬化型接着剤が好適に用いられる。前記穴13には、フォトダイオード5の受光面6が対向配置されており、フォトダイオード5は光導波路11に接着剤等により固定されている。

【0019】この接合構造では、光導波路11とフォトダイオード5を効率的に光学的に結合することが可能である。図2に示すように、コア2の屈折率 n_1 と、クラッド3の屈折率 n_2 と、樹脂14の屈折率 n_3 との間には、

$$n_3 > n_1 > n_2$$

の関係がある。

【0020】コア2を伝搬する光Lは、コア2と穴13との界面で反射すること無く、穴13内に進入し、穴13の頂点15と反対の方向に屈折して進む。この光Lは、その後穴13の内面で反射し、穴13の外方に向かって出射する。したがって、コア2を伝搬する光Lを、コア2に対し垂直方向に立ち上げることができる。

【0021】次に、光導波路11の製造方法について説明する。まず、シリコン等の基板12上に、コア2及びクラッド3となる石英系ガラスを、TEOS(テトラエトキシシラン: $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)—CVD法により成膜する。この石英系ガラスの膜厚は約30 μ mである。また、成膜方法は、火炎堆積法、電子ビーム蒸着、スパッタ法等を用いても可能である。

【0022】次に、円錐形状の砥石を回転させ、コア2及びクラッド3に対し垂直方向から押し当て、少しずつ該砥石の円錐の頂点をコア2に向かって進行させ、円錐形状の砥石の先端がコア2を完全に切断するまで切削を行い、コア2に円錐形状の穴13を形成する。この切削の代わりにエッチング等を用いても、穴13の加工は可能である。次に、該穴13に樹脂14を充填する。例えば、屈折率が1.5の紫外線硬化型接着剤を充填した場合、紫外線を照射し硬化させる。

【0023】この光導波路11にフォトダイオード5を接合するには、光導波路11の穴13にフォトダイオード5の受光面6を対向配置し、フォトダイオード5を光導波路11に接着固定する。この場合、予め光導波路11及びフォトダイオード5それぞれに位置合わせ用のマーカ(印)を形成しておき、これらマーカ同士を合わせることとすれば、光導波路11とフォトダイオード5と

(4)

特開平11-194237

の位置合わせが容易になるとともに、その位置合わせ精度も向上する。その結果、製品歩留まりが向上し、コストダウンが可能になる。

【0024】以上説明したように、本実施形態では、光導波路11のコア2を伝搬する光Lを、光導波路11の平面に対し略垂直に立ち上げることができる。また、光導波路11から出射される光をフォトダイオード5で受光する際に、フォトダイオード5を直接光導波路11に固定することができ、フォトダイオード5の位置決めが容易となる。

【0025】なお、本実施形態では、光導波路11の上面に円錐状の穴13をコア2の全部を横断するように形成したが、この穴13は、コア2を伝搬する光を、コア2に対し略垂直方向に立ち上げることができればよく、円錐状の他、四角錐等の多角錐状、楔状のいずれであってもよい。また、穴13がコア2の全部を横断するように形成したが、コア2の一部を横断するように形成してもよい。

【0026】また、本実施形態では図示していないが、光導波路11及びフォトダイオード5それぞれに形成する位置合わせ用のマーカの形状や数は、光導波路11及びフォトダイオード5の形状に合わせて適宜設計することが可能である。

【0027】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明の光導波路によれば、光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成し、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填したので、前記コア部を伝搬する光を、該コア部に対し略垂直方向に立ち上げることができる。

【0028】本発明の光導波路の製造方法によれば、前記光導波路の前記コア部に平行な一主面に、内面が前記コア部に対して傾斜した穴を該コア部の一部または全部を横断するように形成する工程と、前記穴に、前記コア部より高い屈折率を有する材料を充填する工程とを有す

るので、前記コア部を伝搬する光を該コア部に対し略垂直方向に立ち上げることができる光導波路を容易に作製することができる。

【0029】本発明の光導波路と受光素子の接合構造によれば、請求項1、2、3または4記載の光導波路の穴に、受光素子の受光面を対向配置し、該受光素子を前記光導波路に固定したので、この接合構造の占める面積は光導波路の占める面積と略同等となり、小型化が可能となる。また、受光素子を直接光導波路に固定することができるので、受光素子の位置決めが容易となり、歩留まりが向上し、コストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態の光導波路と受光素子の接合構造を示す分解斜視図である。

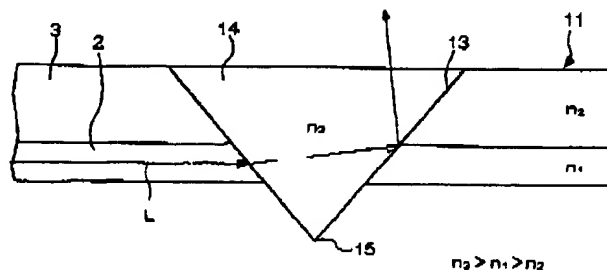
【図2】 本発明の一実施形態の光導波路の要部を示す断面図である。

【図3】 従来の光導波路と受光素子の接合構造を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 1 ベース
- 2 コア
- 2a 一端面
- 3 クラッド
- 4 石英系の光導波路
- 5 フォトダイオード(PD:受光素子)
- 6 受光面
- 11 光導波路
- 12 基板
- 13 円錐状の穴
- 14 樹脂
- 15 頂点
- L 光
- n_1 コアの屈折率
- n_2 クラッドの屈折率
- n_3 樹脂の屈折率

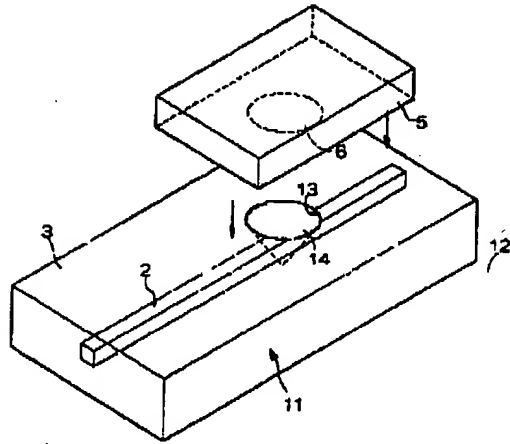
【図2】



(5)

特開平11-194237

【図1】



【図3】

